



EXCELENCIA  
SEVERO  
OCHOA

RESUMEN

# MEMORIA IAC

Instituto de Astrofísica de Canarias

# 2022



# CONSORCIO PÚBLICO Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC)



## INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE CANARIAS (IAC) (TENERIFE)

C/ Vía Láctea s/n  
E-38205 LA LAGUNA - TENERIFE  
ESPAÑA  
Teléfono: (34) 922-605200  
Fax: (34) 922-605210  
E-mail: secadm@iac.es  
Web: <http://www.iac.es>



## CENTRO DE ASTROFÍSICA DE LA PALMA (CALP) (LA PALMA)

Apartado de Correos 50  
Cuesta de San José s/n  
E-38712 BREÑA BAJA - LA PALMA  
ESPAÑA  
Teléfono: (34) 922-425700  
Fax: (34) 922-425701  
E-mail: [recepicalp@iac.es](mailto:recepicalp@iac.es)



## OBSERVATORIO DEL TEIDE (OT) (TENERIFE)

Teléfono: (34) 922-329100  
Fax: (34) 922-329117  
E-mail: [teide@iac.es](mailto:teide@iac.es)



## OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (ORM) (LA PALMA)

Apartado de Correos 303  
E-38700 SANTA CRUZ DE LA PALMA  
ESPAÑA  
Teléfono: (34) 922-405500  
Fax: (34) 922-405501  
E-mail: [adminorm@iac.es](mailto:adminorm@iac.es)



## IACTEC (TENERIFE)

Parque Científico y Tecnológico de Tenerife  
Cmno. de las Mantecas  
E-38320 SANTA CRUZ DE TENERIFE  
ESPAÑA  
Teléfono: (34) 922-605200  
Fax: (34) 922-605210  
E-mail: [info.iactec@iac.es](mailto:info.iactec@iac.es)

# PRESENTACIÓN

En el año 2022 hemos recuperado buena parte de la actividad normal de nuestro centro, tras las dificultades causadas por la pandemia y el volcán de la Palma. Los proyectos de investigación han seguido su curso, mantenido una producción científica elevada en las mejores revistas de Astrofísica. Muchas de estas publicaciones son realizadas en el marco de múltiples y diversas colaboraciones internacionales que mantiene el IAC. Es remarkable constatar que las seis líneas de investigación de nuestro centro de excelencia Severo Ochoa han tenido avances significativos con resultados de primera línea.

El número de investigadores que han realizado observaciones en los Observatorios de Canarias se acercó a las cifras de hace años. También hemos recuperado los números de profesores visitantes de otros años y las de organización de reuniones científicas. Algunas especialmente numerosas, como la Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía, que congregó a unos 500 asistentes en la Laguna y otras fueron memorables, en particular, la celebración de los 25 años de cooperación del IAC con la ESA. Es una satisfacción que dicha colaboración haya servido de base para el desarrollo de varios de los experimentos de entrelazamiento cuántico del Prof. Zeillinger, reconocido este año con el Premio Nobel de Física.

En el telescopio WHT se ha realizado el comisionado del instrumento WEAVE, cuyo desarrollo ha supuesto un gran esfuerzo de los países que sostienen el grupo de telescopios Isaac Newton (Reino Unido, Países Bajos y España) y de otros socios internacionales que también han contribuido a este importante espectrógrafo multi-fibra. En el Roque de los Muchachos han comenzado las obras de instalación de tres nuevos telescopios Cherenkov de 23 m para el futuro CTA, proyecto que tiene como principales contribuyentes a Japón y España. Los telescopios están ya fabricados y confiamos en que la instalación prosiga a buen ritmo. En el Observatorio del Teide también ha comenzado la instalación de los telescopios Cherenkov ASTRI (Italia) y el primero de esos nueve telescopios está ya en fase de comisionado. Además, en este Observatorio se han instalado los primeros telescopios del proyecto TTT (España), dos telescopios robóticos de 80 cm que han comenzado su comisionado con muy buenos resultados. En el próximo año, otros dos telescopios robóticos de 2 m completarán el proyecto. En los TTT la comunidad nacional tendrá acceso al 25% del tiempo de observación libre de gastos.

En nuestras divisiones de Instrumentación y en IACTEC se ha trabajado intensamente en varios instrumentos y telescopios. Las pruebas de la óptica adaptativa del GTC con estrella natural han concluido satisfactoriamente, se ha avanzado en la preóptica del instrumento HARMONI para el 39 m ELT, en desarrollos de subsistemas para varios instrumentos como

EMIR, OSIRIS y FRIDA, del GTC, y también de observatorios espaciales como Plato o Litebird. En el ámbito de las tecnologías espaciales se ha completado nuestra segunda cámara infrarroja DRAGO-II y se avanza en el prototipado de los telescopios espaciales de 22 cm IACSAT para observación de la Tierra y del Universo. Además, el diseño del European Solar Telescope, del 4 m New Robotic Telescope y del 3.5 m small-ELF están muy avanzados, y pronto cumplirán las condiciones técnicas para poder iniciar su construcción.

Gracias a los fondos del Plan de Recuperación Transformación y Resiliencia que el Ministerio de Ciencia e Innovación asignó al IAC, este año hemos acometido una profunda remodelación nuestros laboratorios de producción mecánica, electrónica, criogénica y, especialmente, óptica. Durante dos años, invertiremos el equivalente de las pasadas dos décadas. Ya hay nuevos equipamientos en el IAC que nos permiten producir componentes ópticos de hasta 50 cm de tamaño y, el año que viene, cuando el nuevo Centro de Sistemas Ópticos Avanzados esté completado, alcanzaremos dimensiones tres veces superiores. La administración del IAC ha tenido que realizar un esfuerzo extra para ejecutar el PRTR que todos agradecemos. La otra gran aportación de los fondos PRTR que ha recibido el IAC, procedente, en este caso, del Ministerio de Economía, nos ha permitido abordar la redundancia de la comunicación digital por cable submarino con la isla de la Palma, proyecto que ya se está ejecutando.

Junto a los avances científicos y tecnológicos, continúa la labor formativa del IAC en personal investigador, especialmente con la incorporación de nuevos doctorandos y también con la docencia y dirección de trabajos de máster y grado. El nuevo convenio con la Universidad de la Laguna potenciará al departamento de Astrofísica y todas estas actividades conjuntas.

En materia de cultura científica, divulgación y comunicación la actividad ha sido incesante. Vuelven los cursos presenciales para profesorado, crecemos en seguidores en los medios digitales y ya recuperamos las visitas de los colegios a nuestros observatorios. Es una alegría constatar que el nuevo Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos está en plena operación, recibiendo miles de visitantes cada mes. Desde el IAC seguiremos trabajando para implementar actualizaciones y mejoras que lo hagan un centro singular y único en el mundo.

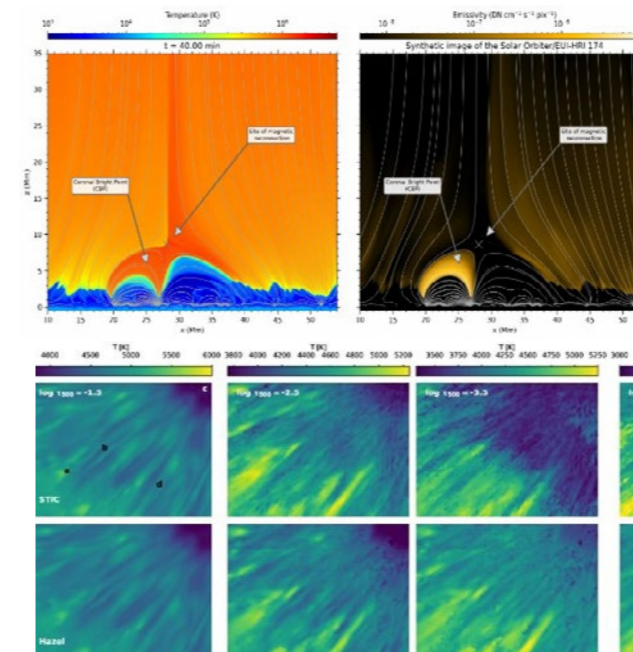
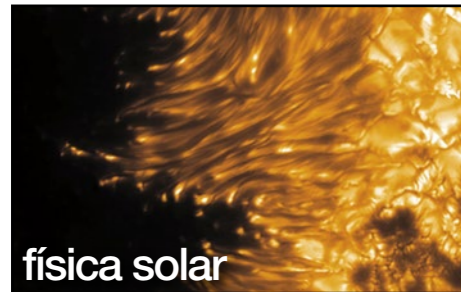
**RAFAEL REBOLO**  
*Director del IAC*



Casiana Muñoz Tuñón y Rafael Reboló López, subdirectora y director del Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).



# INVESTIGACIÓN ASTROFÍSICA



Desentrañando los puntos brillantes coronales

D. Nóbrega & F. Moreno Inertis. 2022 ApJL, 935, L21

Resultados del modelo 2D de CBPs. El CBP se distingue por la estructura de arcos magnéticos calientes que aparece brillante en el panel derecho.

Aceleración de síntesis e inversiones no-LTE usando Graph Networks

A. Vicente Arévalo, A. Asensio Ramos, S. Esteban Pozuelo. 2022 ApJ, 928, 101

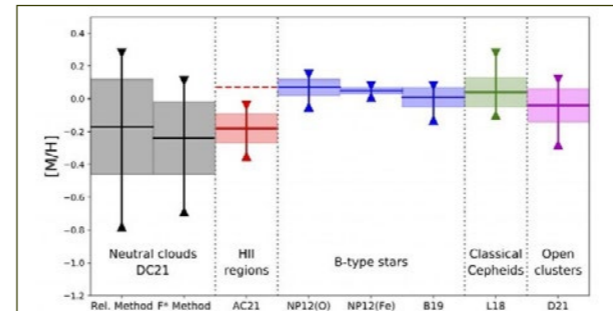
Temperatura en diferentes alturas en la atmósfera obtenidos con un código estándar (STIC) y con Hazel2 usando la red neuronal desarrollada en este trabajo.

## PRODUCCIÓN CIENTÍFICA

- 647** artículos totales en revistas internacionales con árbitro
- 89** Astrophysical Journal (ApJ)
- 206** Astronomy & Astrophysics (A&A)
- 34** Astronomical Journal (AJ)
- 198** Monthly Notices of the Royal Academy of Sciences (MNRAS)
- 6** Nature
- 5** Science
- 11** Nature Astronomy
- 98** Otras
- 10.278** citas en 2022 a los 1.144 trabajos publicados entre 2020 y 2021

- 12** revisiones y charlas invitadas
- 401** comunicaciones a congresos
- 2** libros y capítulos de libros
- 11** tesis doctorales

### Entidades financiadoras:



Acercas de las variaciones de metalicidad en el medio interestelar galáctico local

C. Esteban, J. García Rojas, K. Arellano-Córdova. 2022 ApJ, 931, 92

La amplitud de las variaciones de metalicidad en las nubes neutras es mucho mayor e inconsistente con la encontrada en regiones HII, estrellas de tipo B, Cefeidas clásicas y cúmulos abiertos jóvenes.



Viento ultravioleta en una binaria de rayos-X transitoria con estrella de neutrones

N. Castro Segura, C. Knigge, K.S. Long, D. Altamirano, M. Armas Padilla et al. 2022 Nature 603, 52

Impresión artística de binaria de rayos-X. La estrella de neutrones se alimenta del material que ha despojado de la estrella que le acompaña y parte de ese material es expulsado como un viento cálido.

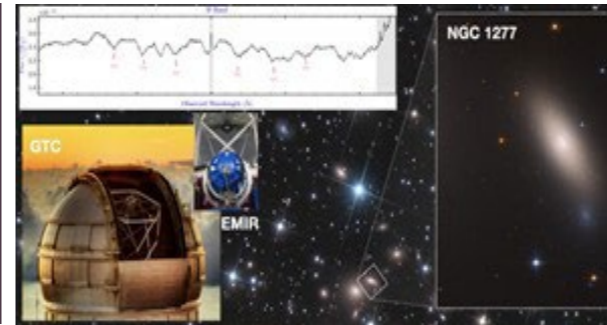




## El elemento más pesado detectado hasta ahora en la atmósfera de un exoplaneta

T. Azevedo Silva et al. 2022 *Astronomy & Astrophysics*

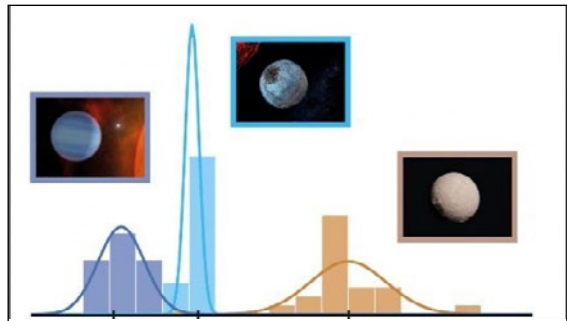
Representación artística de un Júpiter ultracaliente transitando su estrella. Crédito: ESO/M. Kornmesser.



## Nuevas pistas sobre el puzzle de la fuerte absorción de CO en galaxias masivas de primeros tipos

E. Eftekhari, F. La Barbera, A. Vazdekis & M. Beasley. 2022 *MNRAS* 515, L56

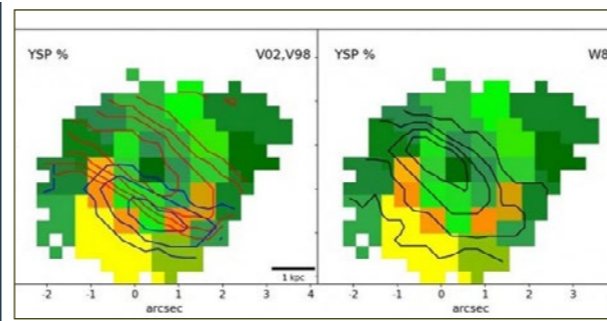
Imagen del Telescopio Espacial Hubble de la galaxia reliquia NGC 1277.



## Los “mundos de agua” podrían ser tan abundantes como los terrestres

R. Luque & E. Pallé. 2022 *Science* 377, 6611, 1211-1214

Distribución de densidades medias de los planetas en torno a estrellas M.



## Evidencia del impacto de los vientos impulsados por cuásares en la formación estelar reciente

P. Bessiere & C. Ramos Almeida. 2022 *MNRAS* 512, L54

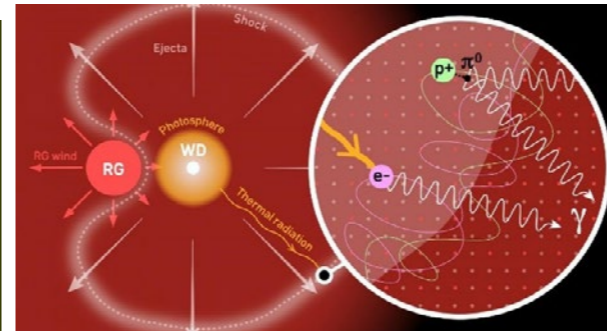
Izquierda: distribución de la población estelar joven (YSP) superpuesta con contornos del viento del gas ionizado. Derecha: la misma YSP pero con contornos de W80.



## La naturaleza de una supergigante B extrema en Cygnus

A. Herrero, S.R. Berlanas et al. 2022 *MNRAS* 511, 3113

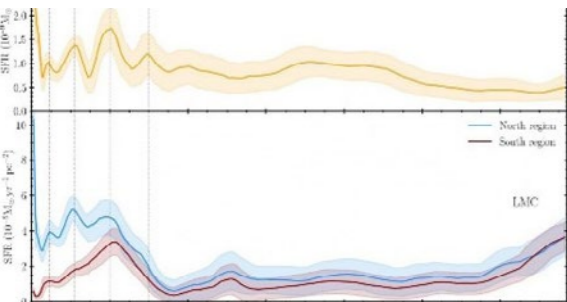
Región de Cygnus-X cerca de la asociación Cygnus OB2.



## Aceleración de protones en explosiones termonucleares de novas revelada en rayos gamma

V.A. Acciari et al. 2022 *Nature Astronomy* 6, 689

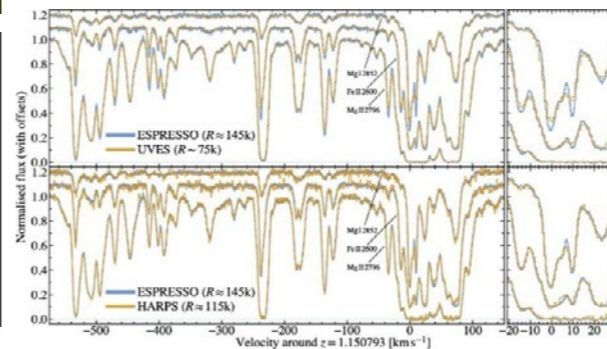
Materia procedente de la gigante roja y capturada por la enana blanca genera una explosión termonuclear. El material eyectado crea una onda de choque donde se aceleran partículas que producen radiación gamma.



## La danza sincronizada de la historia de la formación estelar de las Nubes de Magallanes

P. Massana et al. 2022 *MNRAS* 513, L40

Masa estelar formada a lo largo del tiempo en las Nubes de Magallanes.



## Poniendo a prueba la física fundamental con ESPRESSO

M.T. Murphy et al. 2022 *Astronomy & Astrophysics* 658, A123.

Espectros de ESPRESSO de tres transiciones diferentes en el sistema de absorción a  $z=1.15$  en la dirección del cuásar HE0515-4414, en comparación con espectros anteriores.



# OBSERVATORIOS DE CANARIAS

59 Instalaciones telescópicas  
22 países  
85 centros de investigación

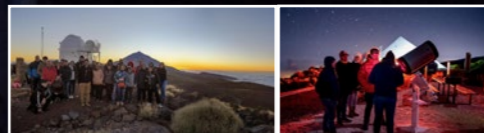
El Programa de Investigadores Visitantes de la Fundación Jesús Serra promueve las visitas de investigadores de gran prestigio internacional al Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). Como parte de este programa han acudido: Norbert Langer, jefe del Grupo de Física Estelar del Argelander-Institut für Astronomie (Alemania); Diego Blas, Senior Lecturer en el departamento de Física del King's College de Londres (Reino Unido); Vyacheslav (Slava) Lukin, director del Programa de Física del Plasma de la National Science Foundation (EEUU).



El presidente de la Fundación BBVA, Carlos Torres Vila, se desplazó hasta el Observatorio del Roque de los Muchachos (ORM) para conocer el trabajo que realiza el IAC. La colaboración más reciente entre ambas instituciones ha sido una investigación liderada por el astrónomo Johan Knapen, financiada por la Fundación dentro de su Programa de Ayudas a Equipos de Investigación en el área de Big Data.



Un grupo de parlamentarios europeos pertenecientes a la Comisión de Desarrollo Regional conoció de primera mano las instalaciones del ORM donde recibieron información sobre el uso de Fondos Europeos de Desarrollo Regional que han servido para la creación de instalaciones científicas de primera línea como el GTC o la red de telescopios Cherenkov CTAO.



Este año nos han visitado, por primera vez y en dos ocasiones, miembros del Programa "Amigos del IAC". El programa tiene como objetivo fomentar la participación de la ciudadanía en la actividad del IAC, dando a conocer su investigación y desarrollo tecnológico.

El ministro de la Presidencia, Félix Bolaños, se reunió en el ORM con la comunidad científica que desarrolla investigaciones en La Palma. El encuentro organizado por el comisionado para la Reconstrucción de la Palma, Héctor Izquierdo, tenía como fin comprender mejor cómo puede contribuir esta comunidad al plan de recuperación de la isla tras la erupción del volcán en Cumbre Vieja.



La ministra de Ciencia e Innovación, Diana Morant, visitó las instalaciones del IAC dos veces este año. En julio se acercó a la sede central donde presidió el Consejo Rector. En octubre visitó el ORM tras presidir el acto de reconocimiento a la comunidad científica involucrada en la gestión de la crisis causada por la erupción del volcán de La Palma.



La Universidad de Warwick organizó una jornada para dar a conocer los instrumentos científicos que tienen instalados en el ORM. Asistieron representantes de la Agencia Espacial Japonesa (JAXA).



El subsecretario del Ministerio de Ciencia e Innovación, Carlos Marco Estellés, y su jefe de Gabinete, Tomás Fraile Santos, realizaron una visita a los Observatorios de Canarias (OCAN).



La rectora de la ULL visitó el Gran Telescopio Canarias para impulsar un Plan de Sostenibilidad para GRANTECAN. Se firmó un convenio entre ambas instituciones que consolida el avance en el compromiso medioambiental.



Los embajadores representantes permanentes ante los Organismos Internacionales con sede en Viena de, por una parte, España, Esther Monterrubio, y de, por otra, Paraguay, Juan Francisco Facetti, y el presidente de la Subcomisión de Asuntos Científicos y personal técnico conocieron las instalaciones del IAC y los Observatorios. Entre sus distintas atribuciones se encuentra la de representar a sus países en la Comisión de Naciones Unidas sobre Usos Pacíficos del Espacio Ultraterrestre (COPUOS).



# NUEVOS ACUERDOS

A lo largo de 2022 se firmaron un total de 26 acuerdos internacionales y nacionales:

Acuerdo Marco sobre la prórroga del acuerdo de intercambio académico entre el Institute for Cosmic Research y la Univ. de Tokio.

Acuerdo Marco para fomentar diversas actividades y promover así las colaboraciones académicas internacionales con el Riken Center for Advanced Photonics.

Modificación del acuerdo para añadir la Univ. de Warwick a las universidades de Cambridge, Exeter, Geneva, NOVA, Uppsala, CCA, Princeton, Oxford y Belfast, para las mejoras y el funcionamiento del Telescopio INT.

Convenio entre el Vetenskapsradet y la Univ de Estocolmo sobre la operación del Telescopio Solar Sueco en el ORM.

Acuerdo Marco para desarrollar colaboraciones científicas y técnicas en Astronomía entre el Main Astronomical Observatory y la National Academy of Sciences de Ucrania.

Convenio con AEMET para facilitar la operación del OT, ORM y Atmosférico de Izaña.

Convenio con el Ayto. de Santiago del Teide en materia de regulación lumínica y difusión de la Astronomía.

Convenio con Light Bridges S.L. para el desarrollo del proyecto de doctorado industrial destinado a la realización de la tesis doctoral "Habitable Earth-like planets with ESPRESSO and NIRPS".

Convenio con RED.ES para coordinar el establecimiento, puesta en servicio y explotación de infraestructuras de comunicaciones ópticas financiadas con el Plan de Recuperación.

Convenio para la cooperación educativa con la UCM para la realización de prácticas externas curriculares.

Convenio con CSIC-IAA, INTA, UPM y UVEG para la constitución de la Red Española de Física Solar Aeroespacial.

Convenio con D-ORBIT SPA para las actividades de demostración y validación de la cámara infrarroja DRAGO-2.

Convenio con CT Ingenieros AAI, S.L. para el "Desarrollo de un diseño de estación terrestre transportable de comunicaciones con encriptación cuántica" en IACTEC.

Convenio para la cooperación educativa con la Univ. de Murcia para la realización de prácticas externas curriculares.

Convenio con el Ayto. de Mogán (Gran Canaria) en materia de regulación lumínica.

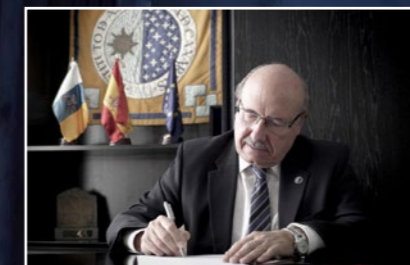
Convenio con Cantera Base 1939 Canarias SAD para la difusión de la Astronomía.

Adenda de prórroga del convenio para la mejora de los instrumentos OSIRIS, EMIR y FRIDA en el GTC.

Convenio con la Fundación Jesús Serra para la colaboración en el Programa de investigadores visitantes "Fundación Jesús Serra".

Tipología de los convenios firmados en 2022 según su finalidad principal de colaboración:

- Institucionales/ Estratégicos (2)
- Fomento de relaciones con la comunidad (3)
- Admón. de las instalaciones astronómicas (4)
- Capacitación de personal científico-técnico (1)
- Colaboración en enseñanza (8)
- Desarrollo y transferencia de tecnología (4)
- Promover la investigación astrofísica (2)
- Difusión de conocimientos astronómicos (2)



El director del IAC, Rafael Reboło firmando el convenio con AEMET.



Los directores de la Fundación Jesús Serra y del IAC tras la firma del convenio.



Jugadores del Lenovo Tenerife con las nuevas equipaciones inspiradas en el cielo de Canarias en el Observatorio del Teide.

# REUNIONES CIENTÍFICAS

Galactic Science and CMB Foregrounds  
112 PARTICIPANTES

CU5M24 Meeting  
48 PARTICIPANTES

Workshop EUCLID  
55 PARTICIPANTES

XXXIII Canary Islands Winter School: Física de Astrofísicas y Cosmología  
65 PARTICIPANTES

RRLyr and Cepheid stars 2022 Conference: Large-scale surveys as bridges between spectroscopy and photometry  
98 PARTICIPANTES

XV Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía (SEA)  
500 PARTICIPANTES

Dark Energy Survey Data Workshop  
31 PARTICIPANTES

Next-Generation Cosmological Surveys Workshop  
18 PARTICIPANTES

XIII Día de Nuestra Ciencia  
164 PARTICIPANTES

GTC VII Science Meeting  
145 PARTICIPANTES

LiteBIRD MHFT PO  
16 PARTICIPANTES

Siguiendo con la iniciativa creada en 2015 con el fin de incrementar la comunicación dentro del Área de Instrumentación e intentar acercar el trabajo de cada uno al resto de compañeros, este año se han organizado un total de 29 seminarios tecnológicos abiertos a toda la comunidad, emitiéndose por el canal de YouTube del IAC y formando parte del nuestro archivo de charlas.



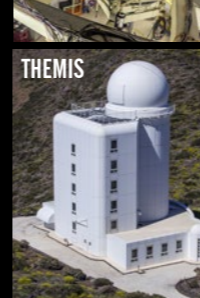
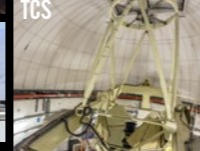
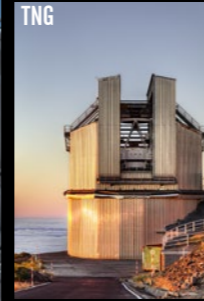
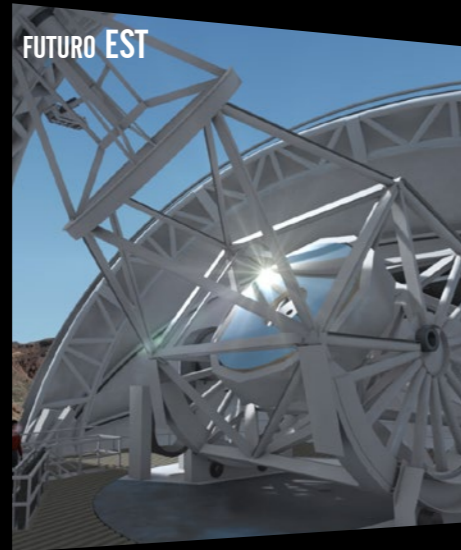
Acto de inauguración de la XV Reunión Científica de la Sociedad Española de Astronomía (SEA)



# OBSERVATORIOS DE CANARIAS

OBSERVATORIO DEL TEIDE (TENERIFE)

OBSERVATORIO DEL ROQUE DE LOS MUCHACHOS (LA PALMA)

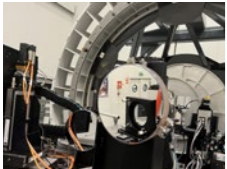




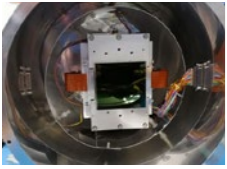
# DESARROLLO TECNOLÓGICO



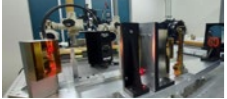
**QUIJOTE:** En 2022 se implementaron mejoras en sus instalaciones, se calibró con dron el instrumento TFGI, en colaboración con el equipo de STRIP, continuó el desarrollo de nueva instrumentación, el instrumento MF12 finalizó la fase de integración mecánica y electrónica; y se continuó con el diseño del instrumento TMS.



**Óptica Adaptativa para el GTC:** El objetivo es dotar al GTC de un Sistema de Óptica Adaptativa (AO) y una estrella guía láser (LGS), para corregir el efecto de la turbulencia atmosférica y entregar un frente de onda plano al instrumento colocado a su salida. Este año, GTCOA ha completado la integración y verificación del sistema en laboratorio; y está desarrollando la cámara infrarroja GRANCAIN para su primera ciencia. En 2022 terminó el diseño de los diferentes subsistemas de la LGS, se compraron los componentes para los sistemas de óptica, optomecánica y control; concluyó el diseño óptico y de la estructura mecánica; y la fabricación del sistema de vacío y criogenia.



**ADFEMOS:** El proyecto de Actualización Detectores FRIDA, EMIR y OSIRIS es fruto del Convenio de colaboración entre GRANTECAN/GTC y el IAC para dotar a los instrumentos OSIRIS y EMIR de nuevas, mejores y mayores prestaciones; y actualizar el diseño del instrumento FRIDA. En 2022 terminó la caracterización de las unidades CCDs de OSIRIS, se completó el *Data Acquisition System* (DAS) integrado en el *software* del GTC *Control System* (GCS), concluyó el diseño y la fabricación del nuevo criostato de OSIRIS y se realizó la integración completa del nuevo detector del instrumento. También se recibieron los componentes de los detectores y se llevó a cabo la calificación de las unidades H2RG para el instrumento EMIR.



**FRIDA:** En 2022 se completó el desarrollo funcional y validación del software de bajo nivel de los nuevos detectores H2RG del futuro espectrógrafo de campo integral e imagen de GTC, con las tarjetas de adquisición MACIE. Se cerró el diseño de las interfases mecánicas y el cableado del nuevo detector con la Unidad de Enfoque y criostato; y en el marco de ADFEMOS, se realizaron las primeras pruebas en frío del nuevo detector H2RG en el IAC.



**NIRPS:** El IAC ha realizado el diseño y suministro del haz de fibras (*Fiber Link*) que conecta el Espectrógrafo criogénico compacto *Echelle* con el telescopio 3.6 m de ESO, en el Observatorio de La Silla (Chile). En 2022 se ha insertado un sistema "*stretcher*" en tres de las fibras del haz de NIRPS para mejorar su comportamiento modal. Después de poner a punto el proceso de empalme de las fibras en laboratorio, se realizaron las tareas de colocación de los "*stretcher*" y su instalación en el instrumento. NIRPS se encuentra ahora en el telescopio, en proceso de comisionado.



**EST/GREST/SOLARNET/MICAL:** Con un espejo primario de 4 m de diámetro, el Telescopio Solar Europeo (EST) será el mayor telescopio solar de Europa. En 2022 ha sacado adelante los 3 contratos de diseño preliminar de los sistemas principales del telescopio e iniciado el desarrollo del diseño preliminar del "*Heat rejecter*". El proyecto MICAL ("Mejoras estratégicas en infraestructuras científico-tecnológicas y de apoyo logístico a los observatorios de Canarias") financia el desarrollo de instrumentación para el EST y está trabajando en un demostrador para su sistema de Óptica Adaptativa (AO). En 2022 han realizado simulaciones de AO de capa superficial, la corrección de granulación solar y de múltiples fuentes usando el sensor de frente de onda de campo grande.



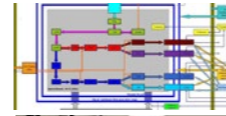
**HARMONI:** La contribución del IAC en el que será uno de los instrumentos de primera luz del Telescopio Europeo Extremadamente Grande (ELT) se centra en el desarrollo (diseño, fabricación y verificación) del sistema que constituye la preóptica del instrumento (IPO) y en la coordinación de la arquitectura y desarrollo de la electrónica de control de todo el instrumento (ICE). En 2022, los equipos a cargo de los dos paquetes de trabajo responsabilidad del IAC han seguido con las tareas necesarias para culminar el proceso de Revisión de Diseño Final (FDR) en el caso del IPO y Revisión de Diseño Crítica (CDR) en el caso del ICE.



**HARPS3:** Este espectrógrafo de nueva generación diseñado para la búsqueda de exoplanetas de tipo Tierra alrededor de estrellas como el Sol mediante la técnica de velocidad radial, que se instalará en el INT, actualizó el documento de diseño de la sala Coudé del telescopio e inició el proceso de licitación de la Sala Blanca de HARPS3.



**TTNN-CONTROL:** El objetivo de este proyecto es mejorar el sistema de control del TCS e IAC-80 en el OT. En 2022 se han revisado los requisitos del software de alto nivel y del software cliente del nuevo sistema de control; se ha definido la nueva arquitectura del sistema; y diseñado el simulador de los ejes de los telescopios. También se han aceptado, instalado y probado los equipos de sincronización GPS y PTP; y se han fabricado y probado los armarios electrónicos para el simulador de los ejes AR y DEC de los telescopios.



**ANDES:** Es un instrumento de segunda generación para el futuro ELT. En 2022 se firmó el acuerdo de fase B entre ESO y el Consorcio ANDES (*ArmazoNes high Dispersion Echelle Spectrograph*), del que forma parte el IAC; y se establecieron los acuerdos entre las instituciones españolas IAC-IAA-CAB para la colaboración en el diseño opto-mecánico de los brazos visible y ultravioleta del espectrógrafo.



**Centro de Sistemas Ópticos Avanzados (CSOA):** Está llevando a cabo la adquisición de un conjunto de máquinas de fabricación óptica, metrología y de recubrimientos ópticos que permitan desarrollar componentes de vanguardia enfocados inicialmente a la instrumentación astrofísica y espacial, con el objetivo de que también sirvan para otros campos de investigación. En 2022 se formalizó el contrato para la adquisición de nuevas máquinas, se publicó la licitación para el suministro del sistema de recubrimientos de espejos de hasta 2 m y se pusieron en funcionamiento las máquinas de recubrimientos ópticos y dos cámaras de vacío.



**Desarrollo Tecnológico:** Se continuó con la mejora de las capacidades técnicas del Área. En particular, se avanzó en la incorporación de los detectores MKIDs al conjunto de técnicas desarrolladas en el IAC, se incorporó un nuevo criostato ADR, que trabaja en regímenes ultrarríos, y se dotó al Laboratorio de Óptica de nueva instrumentación.



**Colaboración en Proyectos Espaciales:** El IAC continúa en los proyectos PLATO, LiteBIRD, y SUNRISE-3. En PLATO se realizó la integración del modelo EM con el resto de unidades, se apoyaron y supervisaron las tareas de diseño y producción del modelo EQM; y participó en el desarrollo de los modelos PFM, FM y FS. En LiteBIRD se consolidaron los requerimientos científicos y técnicos del Proyecto; se realizó una propuesta de diseño electrónico para el TMCS; y se puso en funcionamiento el banco criogénico. En SUNRISE-3 se entregó la versión de vuelo del *firmware* del *frame grabber* para los instrumentos SCIP y TUMAG; y se participó en la campaña de vuelo, en el *European Space Center* (Suecia).

## IACTEC



Diseño detallado del telescopio sELF.



Lanzamiento de DRAGO2 a bordo de un cohete Falcon 9 de Space X.

### IACTEC - Grandes Telescopios:

- **CTA:** Inicio de los trabajos de la obra civil en el ORM para la instalación de los telescopios LST2, LST3 y LST4.
- **EST:** Desarrollo del diseño preliminar de los sistemas principales. Definición de la instrumentación y de los consorcios para su diseño.
- **NRT:** Comienza el diseño detallado del telescopio. Se completa el demostrador de software de lo que sería una secuencia completa de observación.
- **Small-ELF:** Concluido el diseño de la estructura electro-mecánica de Small-ELF. Diseño detallado del prototipo Small-ELF.

### IACTEC - Capacitación:

- **Espacio:** Finalización del desarrollo de DRAGO-2, Primera Luz y ensayos ambientales. Integración de DRAGO-2 en el satélite ION de D-Orbit y preparación para su lanzamiento. Desarrollo de los satélites ALISIO-1, VINIS e IACSAT-1.
- **Tecnología Médica:** Calibración temporal, térmica y geométrica de sensores visibles e infrarrojos. Algoritmos de registrado y de clasificación eficiente de sujetos sanos y patológicos. Lanzamiento del Proyecto CosmicBrain.
- **Comunicaciones ópticas clásicas y cuánticas en el espacio libre:** Desarrollos de Óptica Adaptativa de corrección de turbulencia atmosférica.
- **CSOA:** Recepción y puesta a punto en las instalaciones del IAC de los equipos de fabricación, recubrimientos y metrología para comenzar la fase de producción.





# ENSEÑANZA SUPERIOR

## DOCTORADO EN ASTROFÍSICA

**57** investigadores predoctorales  
**11** nuevos en 2022, de los cuales:  
**5** nuevos Astrofísicos Residentes  
**6** nuevos estudiantes de doctorando (financiación externa)

**10** tesis doctorales

## BECARIOS DE VERANO

**6** en Investigación Astrofísica  
**6** en Desarrollo Tecnológico  
**1** en Comunicación Científica

## MÁSTER EN ASTROFÍSICA

(colaboración con la ULL)

**20** cursos del Máster en Astrofísica  
**90** créditos ETCS  
**54** matriculados (curso 2020-2021)  
**17** Trabajos de Fin de Máster

## ESPECIALIDADES

Teoría y Computación  
Observacional e Instrumentación  
Estructura de la Materia

## COLABORACIÓN EN GRADOS UNIVERSITARIOS

**20** Trabajos de Fin de GRADO  
**10** Prácticas de Fin de grado

## ESCUELA INTERNACIONAL DE INVIERNO

**XXXIII Canary Islands Winter School of Astrophysics**  
“Overlaps at the Frontiers of Astrophysics, Cosmology and Particle Physics” (“Encuentros en las fronteras de Astrofísica, Cosmología y Física de Partículas”)

**64** participantes / **19** países / **12** temas  
**23** profesores:

- Benjamín Grinstein (Univ. de California-San Diego, EEUU)
- David G. Cerdeño (Inst. de Física Teórica – UAM, España)
- Fabio Finelli (INAF-Bologna, Italia)
- Luca Amendola (Univ. de Heidelber, Alemania)
- Matteo Viel (SISSA-Trieste, Italia)
- Kfir Blum (Inst. Weizmann de Ciencia – Rehovot, Israel)
- Valerie Domcke (CERN – Geneve, Suiza)
- Tracy Slatyer (MIT – Cambridge, EEUU)
- Francesca Calore (LAPTh – Annecy, Francia)
- Olga Mena (IFIC – Valencia, España)
- Vitor Cardoso (CENTRA/IST – Lisboa & Inst. Niels Bohr – Copenhague, Dinamarca)
- Diego Blas (IFAE – Barcelona, España)
- Raul Angulo (Donostia International Physics Center, España)
- Arianna Di Cintio (ULL-IAC, España)
- Rebecca Collins (Univ. de Edimburgo, Escocia & Instituto de Física Teórica, España)
- David G. Cerdeño (IFT/UAM Instituto de Física Teórica/UAM, España)
- Francisco-Shu Kitaura (ULL-IAC, España)
- Valerie Domcke (CERN)
- Andrés Balaguera (IAC, España)
- Andrés Castillo (IAC, España)
- Ginevra Favole (IAC/ULL, España)
- Marcos Pellejero (Donostia International Physics Center, España)
- Malcolm Longair (Cavendish Laboratory – Univ. de Cambridge, Reino Unido)

**4** talleres (seminarios y tutoriales)

**4** organizadores:

- Carlos Hernández Monteagudo (IAC)
- Jorge Martín Camalich (IAC)
- Basilio Ruiz Cobo (IAC)
- Rafael Rebolo López (IAC)

**3** Charlas de divulgación en el Museo de la Ciencia y el Cosmos:

- “Escuchando la materia oscura” por Rebecca Collins (Univ. de Edimburgo, Escocia & IFT) y David G. Cerdeño (UAM/IFT)
- “100 Años de Astronomía y Cosmología” por Malcolm Longair (Cavendish Laboratory, Univ. de Cambridge)
- “Formación y Evolución de las Grandes Estructuras de Nuestro Universo: Los Cúmulos de Galaxias” por José Alberto Rubiño (IAC).



Asistentes a la XXXIII Canary Islands Winter School of Astrophysics.

## PROFESORES VISITANTES, COLOQUIOS Y SEMINARIOS

**2** coloquios científicos

- Antonio Córdoba (ICM)
- Carlos López Otín (Univ. de Oviedo)

**57** seminarios científicos

**19** profesores visitantes

**Por Programa de Excelencia Severo Ochoa (9)**

- Peter Bertsyk (Obs. Astro. Principal, Academia Nacional de Ciencias de Ucrania)
- Daisuke Kawata (Mullard Space Science Lab. - University College, Reino Unido)
- Yakiv Pavlenko (Main Astronomical Obs. - National Academy of Sciences of Ucrania)
- Juan Cortina Blanco (CIEMAT, España)
- Giuliana Fiorentino (INAF – Obs. Astronomico di Roma, Italia)
- Francesca Panessa (Inst. di Astrofisica e Planetologia Spaziali - IAPS, INAF, Italia)
- Eugene Vasiliev (Univ. de Cambridge, Reino Unido)
- Peter Habison (Stem & Mint - Space and Science Communications, Austria)
- Natalia Shchukina (Científica Superior Dpto. de Física Solar, Obs. Astronómico NASU, Ucrania)

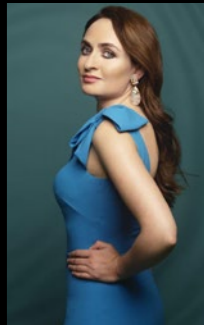
**Por la Fundación Jesús Serra (10)**

- Vanessa Hill (CNRS, Obs. de la Côte d’Azur, Laboratoire Lagrange, Francia)
- Santi Cassisi (INAF, Obs. Astronomico d’Abruzzo, Italia)
- Henri Boffin (European Southern Observatory-ESO, Alemania)
- Cristina Chiappini (Leibniz Institute for Astrophysics Potsdam, AIP, Alemania)
- Minia Manteiga Outeiro (Univ. de A Coruña, España)
- Evanthia Hatziminaoglou (European Southern Observatory - ESO, Alemania)
- Ángel Ricardo Plastino (UNNOBA, Argentina)
- Brian Welsch (University of Wisconsin - Green Bay, EUA)
- Axel Brandenburg (NORDITA, KTH Inst. of Technology & Univ. Stockholm, Suecia)
- Eva Villaver (CAB/CSIC/INTA, España)

# NOMBRAMIENTOS Y DISTINCIONES

**Premio L’Oréal-Unesco For Women in Science para Beatriz Villarroel**

La Fundación L’Oréal y la Unesco han galardonado a Beatriz Villarroel, investigadora de NORDITA-IAC, en la categoría *International Rising Talents* por el proyecto *Vanishing & Appearing Sources during a Century of Observations* (VASCO). El Proyecto VASCO es una iniciativa que trata de identificar objetos astronómicos que han desaparecido del cielo actual, comparando datos de distintas épocas. En sus conclusiones el jurado destaca a Beatriz Villarroel como una reconocida experta en el descubrimiento de objetos exóticos que pueden arrojar nueva luz sobre los misterios del Universo.



Beatriz Villarroel. Crédito: Edgar Magdalena.



Lanzamiento de CLASP2.1. Crédito de la foto: US Army, White Sands Missile Range

**La NASA premia al equipo de la misión CLASP2.1**

El equipo internacional de las misiones espaciales *Chromospheric Layer Spectro-Polarimeter* (CLASP), que incluye a tres investigadores del IAC –Ernest Alsina Ballester, Tanausú del Pino Alemán y Javier Trujillo Bueno–, ha sido galardonado con el premio Group Achievement Honor Award de la agencia espacial norteamericana por el éxito de la reciente misión CLASP2.1 cuyo objetivo es cartografiar el campo magnético del Sol en una amplia región de la cromosfera.

**ERC Advanced Grants al proyecto SUBSTELLAR del IAC**

El Consejo Europeo de Investigación (European Research Council, ERC) ha concedido al proyecto *Substellar Science with the Euclid Space Mission* (SUBSTELLAR) del IAC, una de sus prestigiosas *ERC Advanced Grant*, programa de financiación para el desarrollo de proyectos de investigación en la frontera del conocimiento, al profesor del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) Eduardo L. Martín Guerrero de Escalante que desarrolla su actividad investigadora en el IAC. El proyecto tiene como uno de sus principales objetivos la explotación de los datos del telescopio espacial EUCLID para ampliar la comprensión de los objetos de masa subestelar (enanas marrones y exoplanetas) y sus conexiones con la evolución de la Vía Láctea.



Eduardo L. Martín, profesor de investigación del CSIC en el IAC, que ha recibido el ERC Advanced Grant. Crédito: Inés Bonet





# ADMINISTRACIÓN DE SERVICIOS GENERALES

En el marco de la destacada actividad diaria de apoyo a los proyectos y personal de I+D+i del centro, con la correspondiente carga de trabajo para todas y cada una de las unidades y departamentos dentro de Administración de Servicios Generales, podemos destacar las siguientes **actuaciones** y **logros específicos durante 2022**:

Ejecución de gasto por valor de unos **42 millones de euros**.

Altas de inventario por valor de unos **13 millones de euros**.

Publicación de la licitación para el **proyecto de redundancia de la red óptica marítima de RedIRIS** entre Tenerife y La Palma, por valor de unos **27,7 millones de euros**.

Más de **160 procesos selectivos** de contratación de personal.

**42 mesas** de contratación, **22 licitaciones** adjudicadas y más de **1.200 contratos** menores.

**163 requerimientos** de las agencias financiadoras atendidos, y **22 auditorías**.

Casi **600 expedientes de transporte de mercancías** para IAC e Instituciones Usuarias.

**15 nuevas obras e instalaciones**.

**700 acciones formativas en PRL** (cuatro veces más que en 2021).

**127 subvenciones** justificadas ante las entidades financiadoras.

Firma de **26 nuevos convenios**.

Aprobación de un **convenio tipo para la cooperación educativa** con Universidades.

Puesta en marcha del **nuevo Procedimiento para la Evaluación del Desempeño**.

Nuevo procedimiento de **tramitación de gastos menores**.

Aprobación del **Plan de Medidas Antifraude** en el IAC.

**2 proyectos de archivo documental**: "Archivo de Administración de Servicios Generales" y "Fondo Francisco Sánchez, Director Fundador del IAC".

Participación en la **XV Edición de Premios a la Calidad e Innovación en Gestión Pública**.

Representación española en el **Comité de Administración y Finanzas de CTAO GmbH**.

**Actualización** del Estudio de clasificación profesional y estructura de puestos de trabajo.

# OFICINA DE TRANSFERENCIA Y ACCIONES INSTITUCIONALES (OTAI)

Durante 2022 la OTAI, dependiente de la Dirección del IAC, ha centrado su actividad en el fortalecimiento institucional del centro a través del impulso y gestión de proyectos estratégicos con el entorno nacional e internacional para el desarrollo de grandes infraestructuras científicas, la potenciación de los observatorios, la financiación de la actividad investigadora, la explotación industrial de los desarrollos tecnológicos y una mayor coordinación con la comunidad científica y tecnológica:

**Financiación de la I+D+i**: 58 nuevas propuestas presentadas por valor de 40.62 millones de euros, con retorno provisional del 57%, financiando, ente otros, proyectos como la ERC AdG SUBSTELLAR, ERA Chair LIOM, IMPACTT-OCAN, INVESTIGO, CIDIHUB, EDUCADO y NANOSPACE.

**Gestión de proyectos institucionales activos**: 32 proyectos por valor de 75 millones de euros en el ámbito regional, nacional e internacional.

**Firma de 12 Acuerdos de Confidencialidad** para la colaboración tecnológica y tramitación de **2 solicitudes de patentes**.

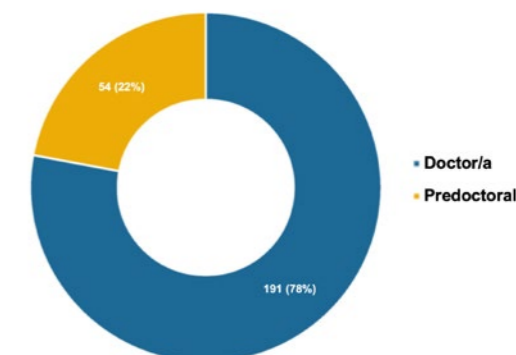
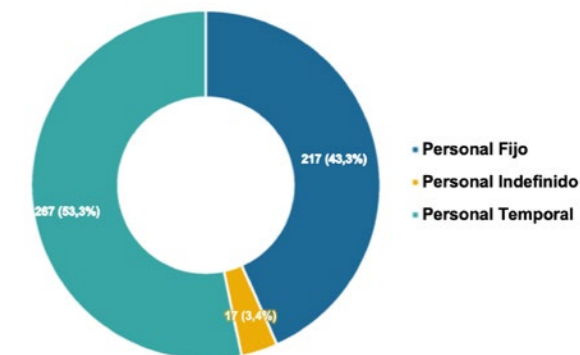
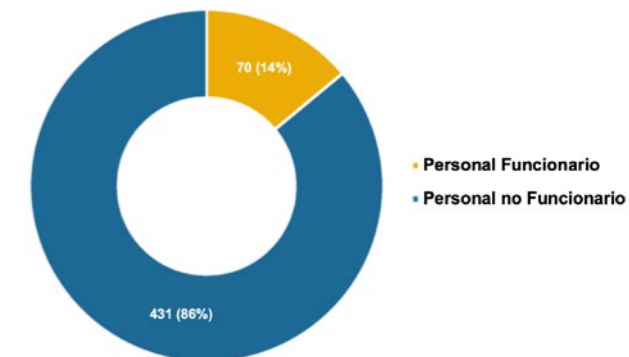
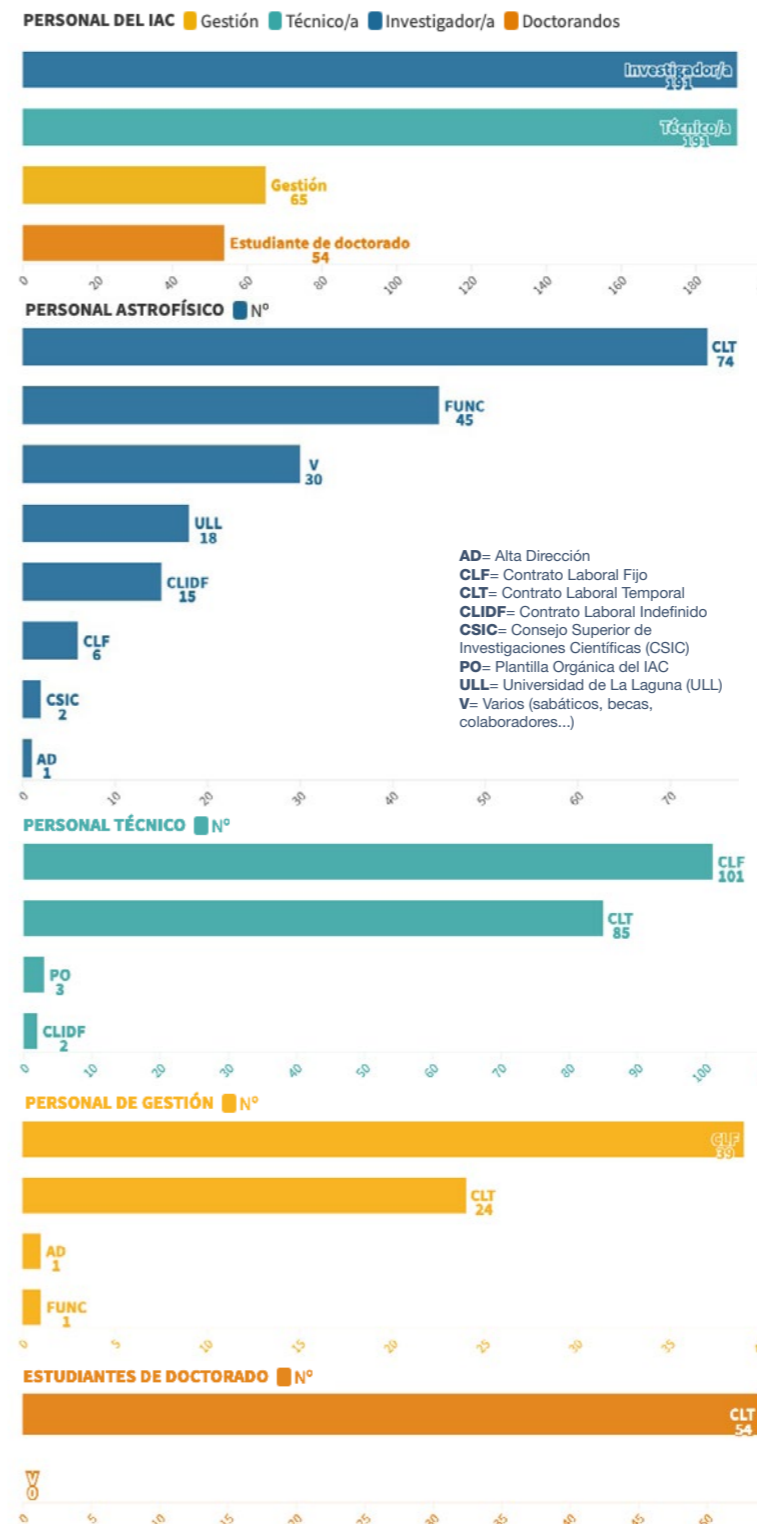
**Participación en 10 foros nacionales e internacionales** sobre relaciones institucionales (100xCiencia, ESFRI, ERIC FORUM, ICRI, ICTS, INEUSTAR, etc) y en 5 grupos de trabajo e iniciativas en relación con la difusión de las capacidades tecnológicas del IAC y sus indicadores más destacados.

Seguimiento de los **Planes Estratégicos del IAC y de los Observatorios de Canarias** participando en 6 Comisiones de Seguimiento.

Gestión de más de **300 expedientes internos** a través del **OTAI Service DESK**.

# PERSONAL

TOTAL 501



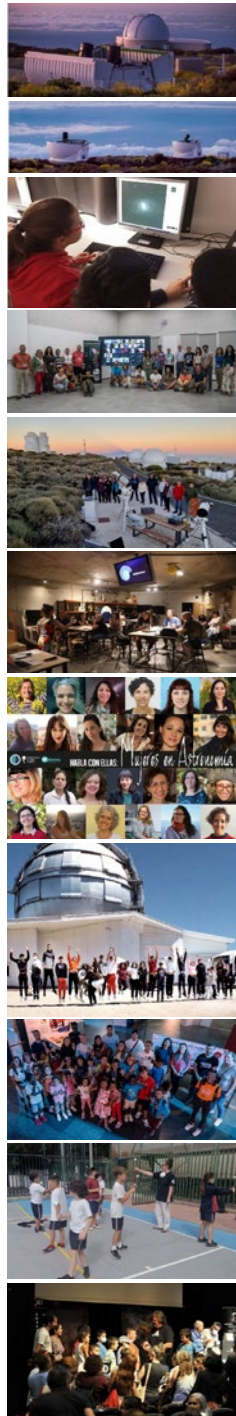
ADMINISTRACION

INVESTIGACION



# CULTURA CIENTÍFICA

## PROYECTOS EDUCATIVOS



### - Proyecto Educativo con Telescopios Robóticos (PETeR).

Permite a estudiantes, desde Primaria a Bachillerato, realizar observaciones y proyectos de investigación astronómica usando los telescopios LT, LCO, SARA y COAST. Usuarios: 412 centros educativos (~12.000 estudiantes) de toda España. Se impartieron 16 horas de formación a un total de 375 docentes de España y Argentina.

### - VIII "Astronomy Education Adventure in the Canary Islands".

Escuela internacional para profesorado organizada por el IAC, en el marco de PETeR y Severo Ochoa, en colaboración con NUCLIO, NSO, FTP y CESAR. Primera edición en formato híbrido (30 horas) bajo el lema "Astronomy for Sustainable Development". Incluida en el programa oficial del Año Int. de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible. Alcance: 56 educadores de 17 países.

### - CosmoLab: El Sistema Solar como Laboratorio en el Aula.

Proyecto en colaboración con el Cabildo de Tenerife. Se realizó un curso de Astrofotografía planetaria para el profesorado de Tenerife.

### - V edición de "Acércate al Cosmos".

Curso (50 horas) organizado por el IAC, el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado y la Universidad Internacional Menéndez Pelayo. Asistencia: 35 docentes de toda España.

### - IV edición de "Habla con Ellas: Mujeres en Astronomía".

Busca crear referentes profesionales femeninos en ciencia y tecnología y fomentar el interés del alumnado por estas áreas. 40 videoconferencias con centros educativos desde Infantil a Secundaria por parte de 28 astrofísicas e ingenieras del IAC y de otras 10 de instituciones. Alcance: 2.000 estudiantes de 9 Comunidades Autónomas.

### - Nuestros Alumnos y el ORM.

Proyecto dirigido a todo el alumnado de 4º ESO de La Palma, busca mostrar el valor del ORM y divulgar la investigación que se realiza en el mismo. Nuevo formato que incluye visita al Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos, gracias a la colaboración del Cabildo Insular, además de la visita al ORM. Alcance: 11 centros y 430 estudiantes.

### - AMANAR.

Se realizó una jornada de charlas y talleres astronómicos, en el Museo de la Ciencia y el Cosmos (MCC), para niños y niñas saharais del programa "Vacaciones en Paz" y sus familias de acogida en Tenerife (33 asistentes). Se continuó con el proyecto de investigación sobre etnoastronomía saharai.

### - Cosmoeduca.

Desarrollo de actividades para Primaria "AstroPatio" y actualización de contenidos del portal educativo.

### - III edición de "Allande Stars".

Proyecto que acerca la Astronomía a poblaciones rurales en el Concejo de Allande, Asturias. Alcance: 350 personas.

### - Charlas y talleres para alumnado de Primaria y Secundaria, tanto en

formato presencial como online, en el marco de los proyectos **Mujeres Científicas Canarias** (Consejería de Educación), **MacaroNight** (ULL), **Miniferias de la Ciencia y la Innovación en Canarias** (ACIISI), etc.

### - Visitas de estudiantes a la Sede Central del IAC.

Alcance: 8 centros escolares, 216 estudiantes.

## COMUNICACIÓN

### Comunicación externa

- 92 notas de prensa
- 3 entrevistas escritas
- 2 reportajes
- 12 artículos en el blog "Vía Láctea"
- 14 artículos en Astronomía y otras revistas
- 2 comunicaciones en congresos

### - Rueda de prensa (Consejo Rector).

- **Cobertura fotográfica y periodística** de eventos, visitas, congresos, reuniones y jornadas de divulgación.

- **Atención a medios de comunicación:** 120 solicitudes de grabaciones, entrevistas y declaraciones del personal del IAC, documentales y programas de radio y TV.

- Comunicación de los proyectos **CTA y la Física de Partículas**, **Interreg EELabs**, **New Robotic Telescope** y **Severo Ochoa**.



### Webs

- Edición de contenidos de la **web externa**.
- Actualización y creación de contenidos para la **web Severo Ochoa**.

### Redes sociales

Red	Seguidores	Aumento anual
Twitter	78.411	2%
Facebook	29.587	12%
Instagram	18.463	28%
LinkedIn	7.627	31%
YouTube	6.242	10%

### Gestión de visitas

**215 visitas** gestionadas a las instalaciones del IAC: 74 al OT, 91 al ORM, 24 a la Sede Central y 26 a varias instalaciones. Solicitantes: 65 visitas de medios, 33 de centros escolares y 117 de otra naturaleza.

## DIVULGACIÓN

### Ediciones

#### - Memoria del IAC 2021.

- 8 **rollups** sobre proyectos IACTEC (Comunicaciones Ópticas, DRAGO-1 y DRAGO-2, NRT, ExoLife Finder), contaminación lumínica, congresos y eventos.

- 2 **marcalibros** sobre el NRT y sobre contaminación lumínica (Interreg EELabs).

- 2 **calendarios** del 2023.

- **Poster biográfico sobre John Beckman** para el Dpto. de Física de la ULL.

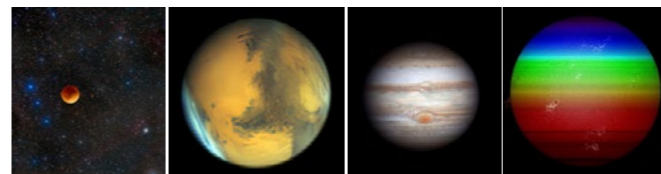
- **Material gráfico** para los eventos, reuniones y congresos celebrados a lo largo del año.



### Imágenes astronómicas

- **Seguimiento de efemérides astronómicas:** Eclipse total de Luna, Júpiter y Marte durante su oposición, imagen del Sol en Ca-II y su espectro, cola de Mercurio, etc.

- Casi 20 **imágenes con el Astrógrafo STC** de la UC3.

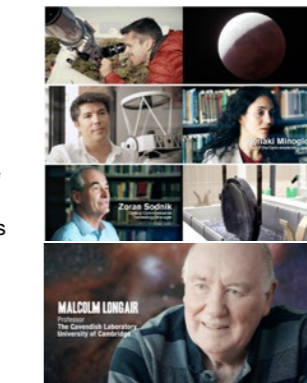


### Amigos del IAC



- Vídeo de la primera visita al OT de miembros del programa.
- Charlas de "Introducción a la Astrofísica".

### Videos



**11 vídeos divulgativos:** Amigos del IAC, eclipse de Luna, nuevo equipo de Anodizado del Taller de Mecánica, Exposición "Mira Arriba!", 50 Aniversario de la Asoc. Valenciana de Astronomía, fomento de empleo público del Ministerio de Ciencia e Innovación, visita al GTC y actuación musical de la artista Paula Espinosa, reflexiones sobre el pasado y el futuro de la Estación Óptica Terrestre (OGS), entrevista a "Malcolm Longair".

### Exposiciones y Ferias

- **"100 Lunas cuadradas".** Imágenes astronómicas con fines educativos obtenidas desde el OT. Expuesta en el MCC (Tenerife), en Fuencaiente (La Palma) y en Puerto del Rosario (Fuerteventura).

- **"AstrónomAs".** Busca visibilizar el trabajo de mujeres en los diferentes campos de la Astrofísica. Se expuso en: MCC (Tenerife), Museo Benehoarita y Centro de Visitantes del Roque de los Muchachos (La Palma). Se organizaron dos eventos con charlas de astrofísicas del IAC y del ORM, más la actuación musical de Paula Espinosa.

- **Museo de historia de la Astronomía** (La Palma). Se avanzó en el preguión del proyecto museístico.

### Otras colaboraciones

- Tertulias radiofónicas de **"Coffee Break: Señal y Ruido"** y Canarias Radio.

- Revista **"Astronomía"**.

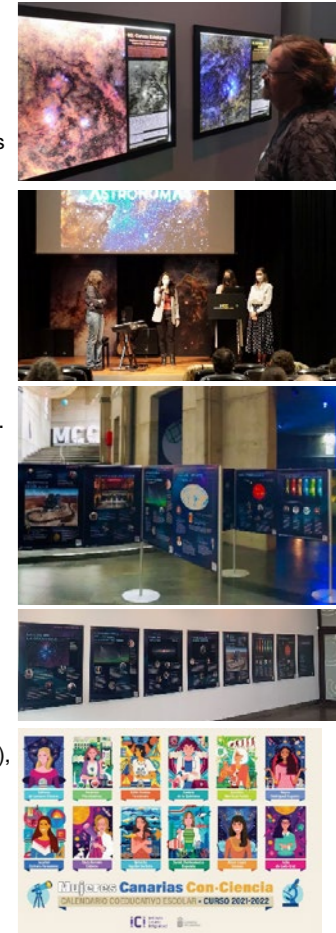
- Calendario **"Mujeres Canarias con-Ciencia"** y recursos didácticos asociados del Instituto Canario de Igualdad.

- Actuaciones musicales: Grupo **Taburiente** y concierto **Camille Saint-Saëns**.

- Productoras: FECYT (programa TV **"Ciencia Maps"**), Insularia Films (documental **"La partitura del Cosmos"**), RTVE (serie **HIT**).

- Retransmisión de 6 eventos astronómicos en **sky-live.tv** con un alcance de 357.657 visualizaciones.

- Bodegas El Sitio **"Vino y planetas"**.





Portada: Eclipse de Luna sobre el Observatorio del Teide. Contraportada: Vía Láctea sobre el Observatorio del Roque de Los Muchachos. Daniel López



EXCELENCIA  
SEVERO  
OCHOA

[www.iac.es](http://www.iac.es)  
D.L.: TF 288-2023